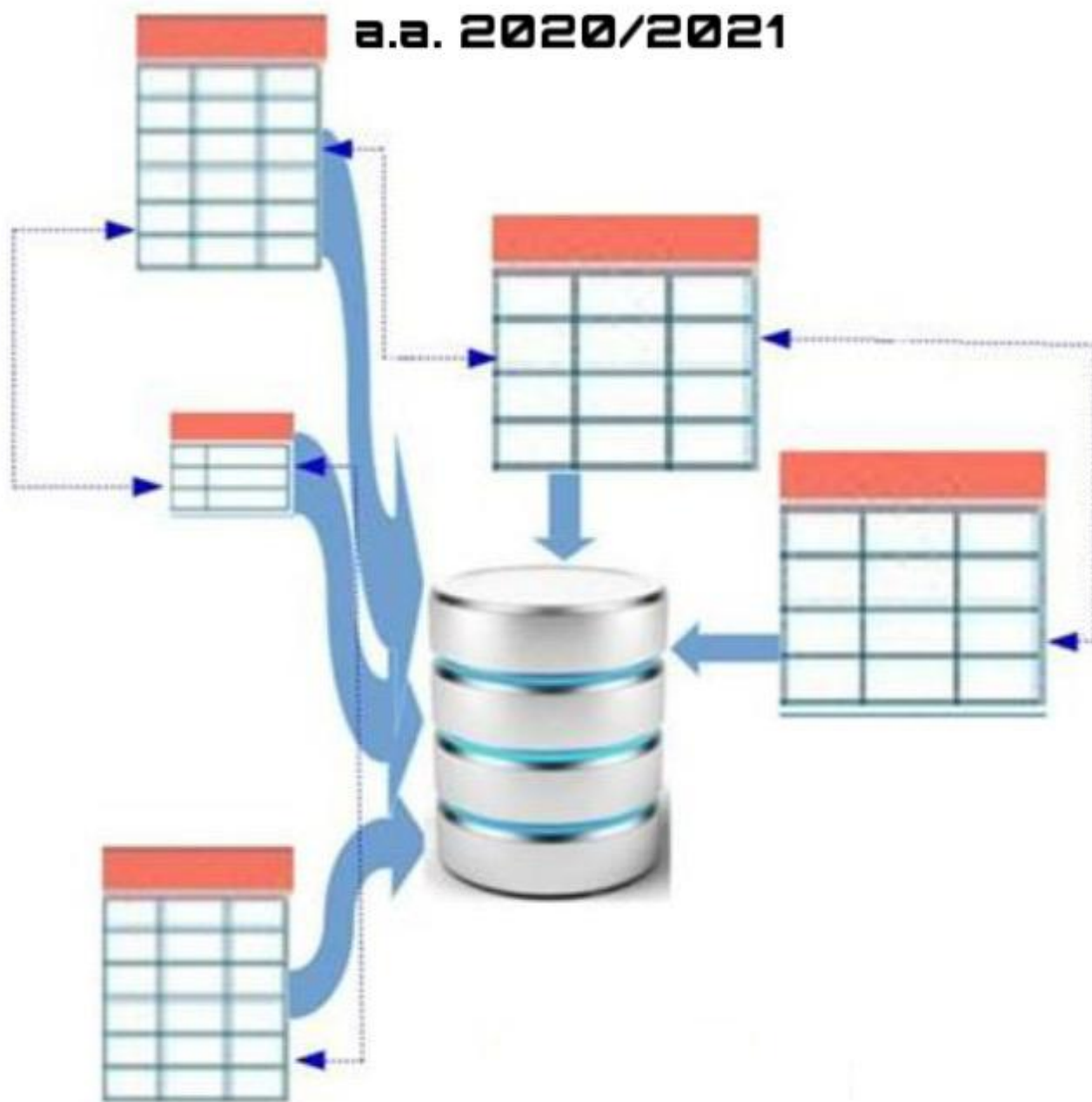


PROGETTO BASI DI DATI

a.a. 2020/2021



UNIVERSITÀ DI PISA

Francesco Taverna

Davide Tonelli

INDICE

1. GLOSSARIO	4
1.1 AREA GENERALE	4
1.2 AREA DISPOSITIVI	4
1.3 AREA ENERGIA	5
1.4 AREA COMFORT	6
1.5 AREA SICUREZZA	7
2. DESCRIZIONE DIAGRAMMA ER	8
2.1 AREA GENERALE	8
2.1.1 Utente	8
2.1.2 Account	8
2.1.3 Info recupero	9
2.1.4 Suggestimenti	9
2.2 AREA DISPOSITIVI	9
2.2.1 Modalità	10
2.2.2 Registri	11
2.2.3 Dispositivo generico	12
2.2.4 Condizionamento	12
2.2.5 Luci	12
2.2.6 Dispositivi - Programma - Elemento condizionamento - Elemento illuminazione	12
2.2.7 Programma	13
2.3 AREA ENERGIA	13
2.3.1 Energia consumata	14
2.3.2 Energia prodotta	14
2.3.3 Archivio energia	14
2.4 AREA SICUREZZA	15
2.4.1 Stanza	16
2.4.2 Punti di accesso - Porta - Porta finestra - Finestra	16
2.4.3 Accessi	16
2.4.4 Serramenti	16
3. RISTRUTTURAZIONE DIAGRAMMA ER	17
3.1 Eliminazione delle generalizzazioni	17
3.1.1 Entità Registri	17
3.1.2 Entità Dispositivi	17
3.1.3 Entità Punti di accesso	18
3.2 Conversione degli attributi multivalore	18
3.2.1 Entità Utente e attributo composto Documento	18
3.2.2 Entità Elementi di illuminazione e attributo composto Tipo	18
4. INDIVIDUAZIONE DI OPERAZIONI INTERESSANTI SUI DATI	19
4.1 TABELLA DEI VOLUMI	19
4.1.1 AREA GENERALE	19

4.1.2 AREA DISPOSITIVI	20
4.1.3 AREA ENERGIA	21
4.1.4 AREA SICUREZZA	22
4.2 OPERAZIONI SCELTE	23
4.3 ANALISI COSTI DELLE OPERAZIONI E DELLE RIDONDANZE	23
4.3.(1) Creazione di una modalità	23
4.3.(2) Attivazione / Salvataggio di una modalità nei registri	25
4.3.(3) Aggiornare energia consumata quando si mettono nuovi record in Registro	26
4.3.(4) Flushing Energia consumata e di Energia prodotta ogni giorno + salvataggio nell'Archivio energia giornaliero	28
4.3.(5) Analisi produzione energetica per generare suggerimenti(ridondanza consumo attuale)	29
4.3.(6) Procedura per l'attivazione dell'allarme che attiva tutti i serramenti e controlla gli accessi	31
4.3.(7) Calcolo del consumo medio tramite ridondanza di ogni programma	33
4.3.(8) Analisi netto energia nell'ultimo mese	35
5. PROGETTAZIONE LOGICA	37
5.1 SCHEMA LOGICO	37
5.2 VINCOLI DI INTEGRITÀ REFERENZIALE	38
5.1.1. AREA GENERALE	38
5.1.2 AREA DISPOSITIVI	38
5.1.3 AREA ENERGIA	39
5.1.4. AREA SICUREZZA	40
5.2 VINCOLI DI INTEGRITÀ GENERICI	40
5.3 DIPENDENZE FUNZIONALI & NORMALIZZAZIONE	41
5.3.1 AREA GENERALE	41
5.3.2 AREA DISPOSITIVI	41
5.3.3 AREA ENERGIA	43
5.3.4 AREA SICUREZZA	43
6. DATA ANALYTICS	45
6.1 Abitudini degli utenti tramite association rule learning	45
6.2 Ottimizzazione dei consumi energetici	48

1. GLOSSARIO

1.1 AREA GENERALE

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Smart Home	Casa intelligente con dispositivi domotici e funzionalità di gestione di questi.	Casa intelligente.	Dispositivi, utente, Stanze.
Utente	Persona registrata all'interno del database.	User, abitante registrato.	Abitante, account, iscrizione, dispositivi.
Iscrizione	Atto di registrazione all'interno del database.	Registrazione, adesione.	Account, utente, abitante.
Account	Corrispettivo di utente all'interno del sistema.	Identità digitale.	Utente, iscrizione, abitante.

1.2 AREA DISPOSITIVI

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Dispositivi	Elettrodomestici, televisori, elementi di condizionamento e illuminazione e altri dispositivi intelligenti.	Apparecchiature, strumenti.	Smart plug, gestore centrale, regolazione, programmi, interazione.
Smart plug	Adattatore collegato a presa elettrica munito di collegamento wifi.	Presa intelligente.	Dispositivo, gestore centrale, regolazione.
Gestore centrale	È il DBMS.	DBMS.	Dispositivi, Smart Plug, interazione.
Regolazione	Risultato dell'interazione tra utente e dispositivo.	Impostazione, settaggio.	Dispositivo, utente.

Programmi	Insieme di regolazioni predefinite.	Routine.	Regolazione, utente, interazione.
Interazione	Azione che un utente compie su un dispositivo.	Azione.	Utente, dispositivo, regolazione.

1.3 AREA ENERGIA

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Sorgenti energia	Fonti energetiche preferibilmente rinnovabili.	Fonti energetiche.	Rete elettrica, contatore bidirezionale, irraggiamento.
Rete elettrica	Rete che permette prelievo e immissione di energia.		Sorgenti energia.
Contatore bidirezionale	Contatore dotato di un modulo che misura i flussi di elettricità in entrata e in uscita	Contatore bilaterale.	Rete elettrica, sorgenti energia.
Fasce orarie	Divisione della giornata in mattino pomeriggio, sera e notte.	Periodi della giornata.	Consumo, Produzione.
Consumo	Relativo al dispositivo. Può essere fisso o variabile e dipende dalla regolazione.	Utilizzo energetico.	Dispositivo, stanza.
Irraggiamento	Quantità di luce sui pannelli fotovoltaici.	Irradiazione.	Sorgenti energia.
Suggerimenti	Notifiche inviate agli utenti a seconda della disponibilità di energia rinnovabile.	Consigli.	Account, sorgenti energia.
Efficienza energetica	Energia necessaria per riscaldare (o raffreddare) la stanza di 1 grado, a partire	Ottimizzazione energetica, classe energetica.	Stanza, consumo.

	da una temperatura di partenza interna e da una temperatura esterna.		
--	--	--	--

1.4 AREA COMFORT

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Elementi condizionamento	Dispositivi che si occupano del riscaldamento e raffreddamento dell'aria.	Condizionatore.	Energia consumata, stanza, efficienza energetica, utente.
Elementi illuminazione	Sono faretti, spot, lampade	Luci	Energia consumata, stanza, efficienza energetica, utente.
Impostazione	Il risultato dell'interazione con un elemento di condizionamento o illuminazione. Ha un istante di inizio e di fine e può essere ricorsiva.	Regolazione, settaggio.	Intensità, temperatura, utente, elementi di condizionamento, elementi di illuminazione.
Ricorrenza	Caratteristica di un'impostazione di ripetersi in determinati periodi.	Ripetizione.	Impostazione.
Intensità	Livello di illuminazione.	Potenza, luminosità.	Elementi di illuminazione, impostazione.
Temperatura	Quella di colore esprime quanto la luce sia calda o fredda, mentre quella di condizionamento esprime il calore dell'aria.	Grado di calore	Elementi di condizionamento, elementi di illuminazione, impostazione.
Modalità	Insieme di programmi	Configurazione	Impostazione, utente,

	relativi a più dispositivi in più stanze.		stanza.
--	---	--	---------

1.5 AREA SICUREZZA

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Accessi	Caso in cui un utente registrato entri in una stanza della smart home.	Entrata, uscita.	Utente, stanza, punti di accesso.
Punti di accesso	Porte, porte finestre che permettono un passaggio tra una stanza e l'altra della casa o l'entrata nella stessa.	Punto di passaggio.	Serramenti, accessi, intrusione.
Serramenti	Possono essere tapparelle, persiane o possono essere semplicemente rappresentati da porte più solide. (aperti o chiusi)	infisso	Punti di accesso.
Intrusione	L'accesso di una persona non registrata.	Entrata illecita.	Stanza, punti di accesso, serramenti.
Stanza	Zona della casa caratterizzata da dispositivi e punti di accesso.	Ambiente, locale	Serramenti, efficienza energetica, punti di accesso, accesso.

2. DESCRIZIONE DIAGRAMMA ER

2.1 AREA GENERALE

Tabella Entità

Entità	Attributi	Chiave
Utente	Codice fiscale, Cognome, Telefono, Data nascita, Nome, Documento	Codice Fiscale.
Account	Nome Utente, Password	Nome Utente.
Info recupero	Domanda, Risposta	Nome Utente.
Suggerimenti	Accettato, Suggerimento, Orario	Nome Utente, Orario.

2.1.1 Utente

Utente è la persona associata all'account, si può identificare anche come "abitante" della casa. Esso tramite i propri dati personali si iscrive al database della casa smart in una certa *data*, dove quindi crea un account. L'Utente deve necessariamente possedere un documento di riconoscimento in corso di validità al fine della registrazione.

2.1.2 Account

Il concetto di Account risulta centrale nella progettazione del suddetto database: infatti solo tramite esso si può accedere a tutti i servizi e le funzionalità della casa. L'Account possiede un *Nome Utente* ed una *Password* che permettono l'accesso menzionato in precedenza e presenta le seguenti possibilità:

- accedere alla documentazione dei dispositivi della casa
- impostare singolarmente i dispositivi
- creare impostazioni personalizzate per i dispositivi
- impostare una serie di dispositivi con una modalità
- vedere la topologia della casa
- recuperare password con domanda di sicurezza e relativa risposta
- vedere l'energia consumata e prodotta
- vedere stato dei serramenti e del sistema di sicurezza

2.1.3 Info recupero

Ogni account possiede una *Domanda* di sicurezza e una *Risposta*, esse determinano l'entità Info recupero, che permette di recuperare la password in caso di necessità.

2.1.4 Suggerimenti

I suggerimenti sono generati dal sistema di gestione della smart home in base alla quantità di energia rinnovabile disponibile: se la produzione di energia rinnovabile è tale da poter avviare un dispositivo, verrà notificata all'utente la possibilità di accensione del dispositivo stesso.

Il suggerimento, visibile nell'app, potrà essere accettato dall'utente (consegue l'accensione del dispositivo in questione) o rifiutato, in entrambi i casi verrà memorizzato il suggerimento e la scelta effettuata all'interno di questa entità, oltre all'orario in cui viene notificato.

Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva, a cadenza giornaliera della tabella, mantenendo i dati di una settimana.

Tabella Relazioni

Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Iscrizione	Data	Account, Utente.
Smarrimento		Account, Info recupero.
Appartenenza 1		Account, Suggerimenti.

2.2 AREA DISPOSITIVI

Tabella Entità

Entità	Attributi	Chiave
Modalità	Nome Modalità, Stanze	Nome Modalità.
Registri	Nome impostazione, Data inserimento, Data fine, Dispositivo, Consumo medio, Data inizio, Utente	Nome impostazione, Dispositivo, Data inizio, Data fine.

Dispositivo generico	Status	Nome impostazione, Dispositivo, Data inizio, Data fine.
Condizionamento	Temperatura iniziale, Umidità, Temperatura finale, Potenza	Nome impostazione, Dispositivo, Data inizio, Data fine.
Luci	Temperatura, Intensità, Colore	Nome impostazione, Dispositivo, Data inizio, Data fine.
Dispositivi	Codice, Nome, Stanza	Codice.
Programma	Durata, Dispositivo, Consumo medio, Temperatura, Potenza, Colore, Umidità, Nome Programma	Dispositivo, Nome Programma.
Smart Plug	Dispositivo Associato	Codice.
Non Smart Plug	Consumo massimo	Codice.
Elemento condizionamento	Umidità (Range), Potenza(Range), Temperatura(Range),	Codice.
Elemento illuminazione	Temperatura(Range), Intensità(Range), Colore(Range), Tipo	Codice.

2.2.1 Modalità

Il *Nome* della Modalità fa riferimento ad una serie di programmi omonimi per alcuni dispositivi, appartenenti anche a stanze diverse, indicate nell'attributo *Stanze*.

Ad esempio: in salotto è presente una lampada che possiede un programma chiamato "notte", anche in camera da letto il plafoniere possiede un programma chiamato "notte"; se l'utente decide di attivare la modalità "notte", che agisce sulla camera da letto e sul salotto, quindi sulle stanze indicate nell'attributo *Stanze*, verranno impostati nei dispositivi i programmi corrispondenti.

Stanze è una stringa nella quale sono presenti i codici delle stanze, separati da virgole, dove andrà ad agire la modalità. es. (1001,1002,1003...)

Quando l'utente attiva una modalità all'interno dei registri non viene salvata la modalità in sé ma la serie di programmi a cui essa fa riferimento, quindi si avrà un record per ogni dispositivo preso in considerazione.

2.2.2 Registri

Ogni volta che l'utente interagisce con un dispositivo il database tiene traccia di questa interazione, memorizzando tali dati in questa entità. Le interazioni con i dispositivi usati da più persone tengono traccia di chi ha usato il dispositivo, con quali regolazioni (se ce ne sono) e per quanto tempo.

Quando un utente effettua una impostazione su un dispositivo che ne possiede già una attiva, verrà aggiornata la *Data Fine* della vecchia (che corrisponderà al momento in cui viene immessa la nuova) e verrà creato un record della nuova: perciò i due record saranno distinti indipendentemente dall'utente che le effettua (tutto ciò non vale per i dispositivi a ciclo non interrompibile). Inoltre un utente può cambiare la *Data fine* di un'impostazione attualmente attiva senza doverne mettere una nuova, per esempio può spegnere una lampada.

Si utilizzano gli attributi chiave *Dispositivo*, *Data Inserimento* e *Utente* per determinare univocamente quando un utente agisce su un determinato dispositivo e in quale data, quest'ultima è un timestamp per evitare possibili ambiguità. *Data Inizio* e *Data Fine* sono attributi che permettono di distinguere il momento in cui deve essere effettuata una determinata regolazione e quando essa deve cessare, al fine di permettere partenze differite e determinare la durata della regolazione stessa.

L'attributo *Nome impostazione* è stato introdotto per indicare il nome del programma, nel caso in cui l'utente stia utilizzando un programma, oppure per indicare che si tratta di una interazione singola.

Consumo medio nel caso in cui il dispositivo che si sta registrando è collegato a una smart plug viene fornito direttamente dalla stessa, mentre se si tratta di un elemento di condizionamento o illuminazione questo attributo deve essere calcolato al momento dell'inserimento del programma. Il calcolo viene fatto andando a valutare la percentuale di potenza impostata del dispositivo in base al consumo massimo dello stesso. Per il calcolo del consumo medio nei dispositivi di condizionamento la formula è:

$$\text{consumo massimo} \cdot \left(\frac{\text{livello potenza impostata}}{\text{livello potenza massima}} \right)$$

mentre per i dispositivi di illuminazione la formula risulta più semplice in quanto temperatura e colore cambiano di poco il consumo del dispositivo:

$$\text{consumo massimo} \cdot \frac{\text{livello intensità impostata}}{\text{livello intensità massimo}}$$

Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva a cadenza giornaliera della tabella mantenendo i dati di un anno.

2.2.3 Dispositivo generico

Il dispositivo generico salva le impostazioni di tutte le smart plug e altri dispositivi che non rientrano nel condizionamento e nelle luci, per esempio i fornelli e l'irrigazione.

Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva della tabella, a cadenza giornaliera, mantenendo i dati di un anno.

2.2.4 Condizionamento

In questa entità vengono salvate tutte le interazioni riguardanti gli elementi di condizionamento, come condizionatori, termoventilatori, stufe ecc. *Temperatura iniziale, finale, Umidità e Potenza* vengono salvati per permettere successive attività di analytics.

Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva della tabella, a cadenza giornaliera, mantenendo i dati di un anno.

2.2.5 Luci

Similmente all'entità Condizionamento, in questa si memorizzano le regolazioni effettuate su dispositivi di illuminazione che non possiedono smart plug. Inoltre vengono salvate la *Temperatura*, l'*Intensità* e il *Colore* per permettere di effettuare operazioni di analisi delle abitudini degli abitanti.

Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva della tabella, a cadenza giornaliera, mantenendo i dati di un anno.

2.2.6 Dispositivi - Programma - Elemento condizionamento - Elemento illuminazione

La prima entità risulta un catalogo dei dispositivi smart plug e non, presenti nella smart home, riportando i vari settaggi di ognuno. Ogni dispositivo è contraddistinto da un codice che lo identifica univocamente, viene indicato il suo nome e la stanza in cui risiede.

I dispositivi si possono distinguere in: smart plug, nei quali viene indicato il nome del dispositivo associato come attributo, elementi di condizionamento ed illuminazione. I vari attributi presenti in queste due ultime entità fanno riferimento all'insieme dei valori assumibili, perciò non sono impostazioni effettuate sui dispositivi, hanno solamente scopo di documentazione.

Per quanto riguarda gli attributi della tabella condizionamento:

- *Umidità* si misura in % (varia da 0 a 100)
- *Temperatura* si misura in gradi (essa varia da dispositivo a dispositivo)
- *Potenza* può variare da dispositivo a dispositivo

Per quanto riguarda gli attributi della tabella illuminazione:

- *Temperatura* si misura in kelvin
- *Intensità* varia da 0 a 100 con valori più bassi che indicano colori più caldi
- *Colore* viene memorizzato come stringa, la quale contiene tutti i colori disponibili
- *Tipo* specifica se si tratta di led, incandescenza, neon

Consumo massimo serve per dare una stima del consumo dei dispositivi nel caso in cui si voglia fare attività di analytics o avere una stima della bolletta. La formula per il calcolo dei consumi medi è stata descritta in precedenza nella sezione **Registri**. Smart plug non possiede questo attributo in quanto fornisce automaticamente il consumo medio dell'apparecchio ad essa collegato.

2.2.7 Programma

In questa tabella vengono salvati settaggi che possono voler essere riutilizzati in futuro senza impostare nuovamente i singoli attributi, ma semplicemente richiamandoli con il nome.

Gli attributi di questa tabella hanno duplice valore per accomodare sia le impostazioni che riguardano i dispositivi di illuminazione sia quelli di condizionamento.

I dispositivi connessi a smart plug se non possiedono programmi o se non ne possono essere creati non vengono considerati nella tabella in quanto vengono salvati solo quelli che necessitano di impostazioni aggiuntive (come per esempio la lavatrice), mentre gli altri avranno programmi predefiniti o ne potranno essere creati di nuovi: essi verranno scelti con nomi identificativi. I programmi una volta impostati sono comuni a tutti gli utenti e agiranno su un unico dispositivo. Quando un nuovo dispositivo viene aggiunto al sistema i suoi programmi predefiniti vengono automaticamente salvati nella seguente tabella.

Tabella Relazioni

Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Appartenenza 2		Account, Registri.
Associazione		Modalità, Programma.
Regolazione		Dispositivi, Programma.
Salvataggio		Programma, Registri.

2.3 AREA ENERGIA

Tabella Entità

Entità	Attributi	Chiave
Energia Consumata	Orario Accensione, Consumo, Dispositivo, Orario Spegnimento.	Orario Accensione, Orario Spegnimento Dispositivo.
Archivio energia	Data, Fascia oraria, Energia eolica, Energia solare, Energia consumata	Data, Fascia oraria.
Energia prodotta	Quantità, Fonte, Orario	Fonte, Orario.

2.3.1 Energia consumata

In questa entità verrà memorizzata l'energia consumata da uno o più dispositivi nel momento in cui vengono attivati: infatti si ha l'attributo *Consumo* che indica quello dell'impostazione salvata. Sia *Orario Accensione*, *Orario Spegnimento*, memorizzati come timestamp, che *Dispositivo*, sul quale viene effettuata la regolazione, sono chiave, per permettere di salvare i consumi anche quando vengono scelte delle modalità, che andranno a memorizzare diversi programmi con uno stesso timestamp. Si esegue un flush progressivo settimanale di questa tabella: cioè viene eliminato il record relativo ad una settimana prima, i dati dello stesso sono già stati salvati alla fine di quella giornata in Archivio energia. Questa metodologia impedisce la crescita smisurata della tabella Energia Consumata. L'energia è salvata in kilowatt.

2.3.2 Energia prodotta

Nell'Energia prodotta vengono raccolti tutti i dati di produzione energetica che arrivano dalle fonti di energia rinnovabile di cui la casa è fornita. L'aggiunta di nuovi dati viene fatta ogni 15 minuti. Per mantenere ridotta la dimensione della tabella si esegue un flush giornaliero dei dati una volta salvati nell'archivio energia raccogliendoli per fascia oraria. L'energia è salvata in kilowatt

2.3.3 Archivio energia

Nell'Archivio energia si riduce la dimensione della memorizzazione delle due tabelle precedenti in quanto si sintetizza la produzione e il consumo di energia nelle quattro fasce orarie della giornata (mattina 6-12, pomeriggio 12-18, sera 18-24 e notte 0-6). In particolare viene fatta la distinzione della fonte in modo tale da aver giornalmente la quantità di energia che proviene dai pannelli solari e quella che proviene dalle pale eoliche: tutto ciò al fine di analizzare l'andamento della produzione nel tempo e valutare quando si debba effettuare della

manutenzione, per esempio, una pulitura dei pannelli solari. Considerando che si ha una memorizzazione di Energia prodotta ogni 15 minuti sia per eolico che per solare giornalmente abbiamo $((60 * 24) / 15) * 2 = 192$ record al giorno [minuti in una giornata / 15 minuti * 2 perché eolico e solare]. Supponendo inoltre mediamente 58 impostazioni giornaliere dei dispositivi avremo un totale di 250 record giornalieri, che alla lunga andrebbero a gravare sulla memoria del database. Usando le fasce orarie i record giornalieri diventano quindi 4. Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva della tabella, a cadenza giornaliera, mantenendo i dati di un anno.

Tabella Relazioni

Relazione	Attributi	Entità coinvolte
In aggiunta aggiorna		Registri, Energia consumata.
Archiviazione 1		Energia consumata, Archivio energia.
Archiviazione 2		Energia prodotta, Archivio energia.

2.4 AREA SICUREZZA

Tabella Entità

Entità	Attributi	Chiave
Stanza	Codice stanza, Nome, Larghezza, Lunghezza, Altezza, Efficienza energetica	Codice stanza.
Punti di accesso	Categoria, Codice punto di accesso	Codice punto di accesso.
Porta	Punto di affaccio	Codice punto di accesso.
Porta finestra	Punto di affaccio, Punto cardinale	Codice punto di accesso.
Finestra	Punto cardinale	Codice punto di accesso.

Accessi	Persona, Ora accesso, Stanza, Ora uscita, Foto	Persona, Ora accesso, Stanza.
Serramenti	Punto di accesso, Inizio impostazione, Fine impostazione, Stato, Tipo	Punto di accesso.

2.4.1 Stanza

Stanza si occupa di mantenere le caratteristiche strutturali di ogni stanza della casa, quali *Altezza*, *Larghezza*, *Lunghezza* ed *Efficienza energetica*. Il *Nome* non risulta come chiave poiché possono essere presenti più stanze con lo stesso nome (ad esempio: camera), per cui si introduce il concetto di *Codice stanza* al fine di identificarla e conoscere in quale piano risiede. Il primo numero del codice specifica a quale piano appartiene, similmente agli alberghi (ad esempio: 1001 -> stanza al primo piano, 3004 -> stanza al terzo piano).

2.4.2 Punti di accesso - Porta - Porta finestra - Finestra

In questa tabella sono salvati i punti di accesso della casa e la loro posizione all'interno della stanza in modo da dare una vista complessiva della topologia dell'edificio.

2.4.3 Accessi

Accessi ha la finalità di memorizzare ogni passaggio attraverso un punto di accesso della casa: il singolo accesso sarà caratterizzato da un timestamp di accesso e uno di uscita e in quale stanza si entra.

Nel caso l'accesso sia effettuato da una persona registrata nel sistema viene salvato il nome utente, mentre se si tratta di un'intrusione avremo che in nome utente verrà salvato "AMOGUS". Viene inoltre fatto una cancellazione progressiva della tabella, a cadenza giornaliera, mantenendo i dati di un mese.

2.4.4 Serramenti

In questa tabella ogni record rappresenta un serramento, ne indica il tipo e indica il punto di accesso sul quale è montato. Inoltre è salvato lo *Stato* del serramento e il periodo in cui questo è mantenuto chiuso per permettere di poter fare un'analisi in caso di intrusione.

Tabella Relazioni

Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Collocazione		Stanza, Dispositivi.
Registro		Stanza, Accessi.
Effettuazione		Accessi, Account.
Passaggio		Stanza, Punti di accesso.
Protezione		Serramenti, Punti di accesso.

3. RISTRUTTURAZIONE DIAGRAMMA ER

In questa fase ci siamo occupati della ristrutturazione del diagramma, in modo tale da andare a modificare tutte le parti che, nonostante risultino utili per descrivere alcune caratteristiche del database, non sono direttamente traducibili nello schema logico.

3.1 Eliminazione delle generalizzazioni

3.1.1 Entità Registri

Si è scelto di dividere la generalizzazione in entità legate tramite associazioni per due motivi principali: innanzitutto poiché era l'unico modo per evitare di avere tabelle con troppi record con attributi che avrebbero assunto valore NULL ma anche poiché la tabella Registri possiede alcune associazioni che avrebbero portato ad una moltiplicazione delle stesse.

3.1.2 Entità Dispositivi

Il motivo principale per aver scelto di portare la generalizzazione come tabelle legate da associazioni è stato che se avessimo scelto di unire il padre alle figlie avremmo ottenuto tre associazioni che collegavano le tre nuove entità andando così ad ottenere 9 associazioni totali. Mentre se avessimo portato le figlie nel

padre avremo ottenuto troppi valori NULL, in quanto i concetti degli attributi erano troppo diversi per poter pensare di sovrapporli.

3.1.3 Entità Punti di accesso

Siccome le figlie di punti di accesso hanno pochi attributi e sovrapposti la soluzione migliore è stata quella di fondere le figlie nel padre. I valori NULL che appaiono sono limitati in quanto sono al massimo uno per record per come sono strutturate le tabelle. Inoltre le operazioni non fanno distinzione tra genitore e figli in quanto ad occorrenze ed attributi.

3.2 Conversione degli attributi multivalore

3.2.1 Entità Utente e attributo composto *Documento*

Si è deciso di scorporare l'attributo *Documento* da Utente creando una tabella apposita in modo tale da evitare di ingrandire inutilmente la tabella Utente. In questo modo anche concettualmente le due tabelle risultano più ordinate e si potrà accedere direttamente alla lista dei documenti registrati.

3.2.2 Entità Elementi di illuminazione e attributo composto *Tipo*

Abbiamo deciso di portare tutto in un singolo attributo legato a elementi di illuminazione perché neon, led e incandescenza sono tutti incorporabili nel *Tipo*.

4. INDIVIDUAZIONE DI OPERAZIONI INTERESSANTI SUI DATI

4.1 TABELLA DEI VOLUMI

4.1.1 AREA GENERALE

Nome	Tipo	Motivazione	Volume
Utente	Entità	Si ipotizza una famiglia composta da 5 persone.	5
Iscrizione	Relazione	Entità legate con cardinalità (1,1) con Utente	5
Account	Entità	Questa entità è in relazione (1,1) con Utente	5
Info recupero	Entità	Entità legate con cardinalità (1,1) con Smarrimento	5
Smarrimento	Relazione	Entità legate con cardinalità (1,1) con Account	5
Appartenenza 1	Relazione	Entità legate con cardinalità (1,1) con Suggerimenti	5
Documento	Entità	Ogni Utente possiede il proprio documento, relazione (1,1) con Appartenenza 2	5
Suggerimenti	Entità	Si ipotizza che ogni utente riceva una media di 3 suggerimenti al giorno	15
Appartenenza 2	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) a suggerimenti con Utente	15

4.1.2 AREA DISPOSITIVI

Nome	Tipo	Motivazione	Volume
Registri	Entità	Vengono utilizzati singolarmente 15 programmi, 5 modalità al giorno che usano 5 programmi in media (25 programmi tramite modalità) e 30 impostazioni singole. $[(15+5*5+30)*365=25550]$	25550
Tipologia 1	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) con Dispositivo generico	100
Tipologia 2	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) con Condizionamento	300
Tipologia 3	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) con Luci	600
Condizionamento	Entità	Ipotesi	300
Dispositivo generico	Entità	Ipotesi	100
Luci	Entità	Ipotesi	600
Salvataggio	Relazione	il 50% delle interazioni sono programmi	12775
Dispositivi	Entità	Ipotesi	100
Regolazione	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Programma	300
Programma	Entità	3 Programmi in media a dispositivo	300
Associazione	Relazione	Ogni programma può essere legato in media a 2 Modalità	600
Modalità	Entità	Ipotesi	20

Distinzione 1	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) con Smart plug	60
Distinzione 2	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) con Elemento condizionamento	10
Distinzione 3	Relazione	Legata con cardinalità (1,1) con Elemento illuminazione	30
Smart Plug	Entità	Ipotesi	60
Elemento condizionamento	Entità	Ipotesi	10
Elemento illuminazione	Entità	Ipotesi	30

4.1.3 AREA ENERGIA

Nome	Tipo	Motivazione	Volume
In aggiunta aggiorna	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Energia consumata	50
Energia consumata	Entità	Ipotesi	50
Energia prodotta	Entità	Sono 4 record per ogni ora, sia per eolica che solare [4*2*24=192]	192
Archiviazione 1	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Energia consumata	50
Archiviazione 2	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Energia prodotta	192
Archivio energia	Entità	Vengono salvati 4 record al giorno per 365 giorni [4*365=1460]	1460

4.1.4 AREA SICUREZZA

Nome	Tipo	Motivazione	Volume
Stanza	Entità	Si ipotizza una casa a 3 piani, in ognuno si ha circa 6 stanze	20
Passaggio	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Punti di accesso	40
Registro	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Accessi	1000
Accessi	Entità	Ipotesi	1000
Serramenti	Entità	Metà dei punti di accesso danno all'esterno e quindi necessitano di serramenti	20
Punti di accesso	Entità	Si ipotizza che ogni stanza in media abbia 2 punti di accesso	40
Protezione	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Serramenti	20
Effettuazione	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Accessi	1000
Collocazione	Relazione	Legato con cardinalità (1,1) con Dispositivi	100

4.2 OPERAZIONI SCELTE

Operazioni:

1. Creazione di una modalità
2. Attivazione / Salvataggio di una modalità nei registri
3. Aggiornare energia consumata quando si mettono nuovi record in Registro
4. Flushing di energia consumata e prodotta ogni giorno e salvataggio nell'archivio energia(progressivo)
5. Analisi produzione energetica per generare suggerimenti (ridondanza consumo attuale)
6. Procedura per l'attivazione dell'allarme che attiva tutti i serramenti e controlla gli accessi
7. Calcolo del consumo medio tramite ridondanza di ogni programma
8. Analisi netto energia nel tempo tramite ridondanza netto energia giornaliero

4.3 ANALISI COSTI DELLE OPERAZIONI E DELLE RIDONDANZE

4.3.(1) Creazione di una modalità

Descrizione:

Quando un utente crea una nuova modalità viene inserito all'interno della tabella Modalità un nuovo record in cui l'utente stesso inserisce un nome (per la modalità), corrispondente al nome di un programma esistente per dispositivi che si trovano nelle stanze indicate. Le stanze saranno salvate all'interno di una stringa divisa da '-' .

Input:

Nome, Stanze

Output: -

Frequenza:

1/mese

Porzione del diagramma interessato:

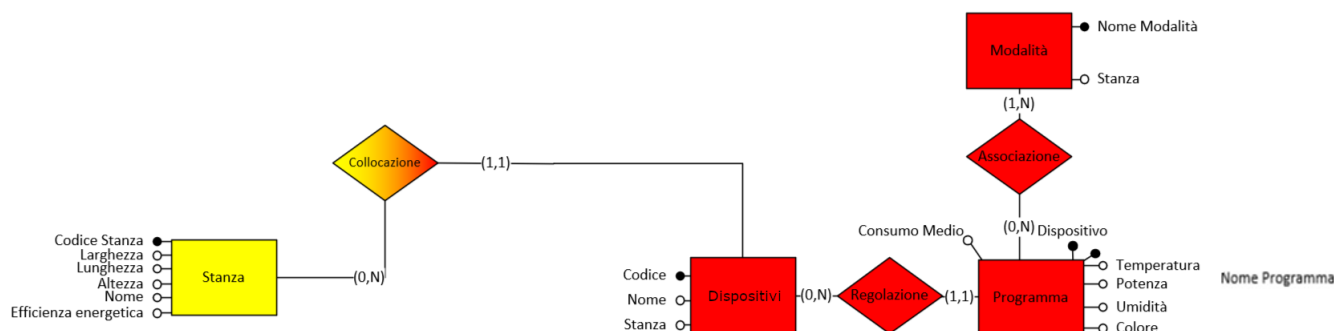


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Programma	Entità	300
Associazione	Relazione	600
Modalità	Entità	20
Regolazione	Relazione	300
Dispositivi	Entità	100
Stanza	Entità	20
Collocazione	Relazione	100

Tavola degli accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Programma	Entità	100	L	Possono esserci al più 100 programmi con lo stesso nome.
Associazione	Relazione	100	L	Come sopra
Regolazione	Relazione	100	L	Come sotto
Dispositivi	Entità	100	L	Controllo al più tutti i dispositivi

Stanza	Entità	20	L	Un dispositivo risiede in una stanza, controllo tutte le stanze
Collocazione	Relazione	20	L	Come sopra

Costo giornaliero : $(100+100+100+100 + 2*(20+20)) * 1/30 = 16$

4.3.(2) Attivazione / Salvataggio di una modalità nei registri

Descrizione:

L'utente sceglie una modalità dalla corrispondente tabella, la quale viene attivata e ciò comporta il salvataggio di vari record nella tabella Registri, ognuno dei quali corrisponde a un programma omonimo alla modalità.

Input:

Nome Modalità

Output: -

Frequenza :

2/giorno

Porzione del diagramma interessato:

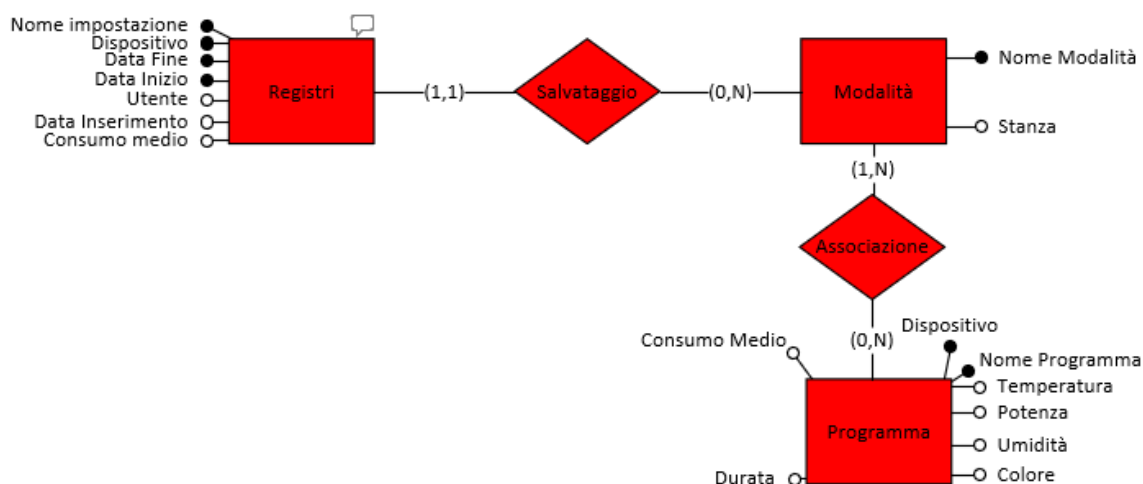


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Modalità	Entità	20
Programma	Entità	300
Associazione	Relazione	600
Salvataggio	Relazione	12775
Registri	Entità	25550

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Modalità	Entità	20	L	Verificare se la modalita' e' presente
Associazione	Relazione	5	L	Andare verso programmi
Programmi	Entità	5	L	Ogni modalità ha in media 5 programmi, su dispositivi diversi
Salvataggio	Relazione	5	S	Andare verso registri per salvare il programma
Registri	Entità	5	S	Vengono aggiunti 5 record con lo stesso programma ma su dispositivi diversi

Costo giornaliero: $(20+5+5 + 2 * (5+5)) * 2 = 100$

4.3.(3) Aggiornare energia consumata quando si mettono nuovi record in Registro

Descrizione:

Trigger che per ogni nuovo record salvato all'interno della tabella Registri crea un record all'interno della tabella Energia Consumata andando a copiare il *Consumo medio*, *Orario accensione*, *Orario spegnimento*.

Input: -

Output: -

Frequenza :

40/giorno

Porzione del diagramma interessato:

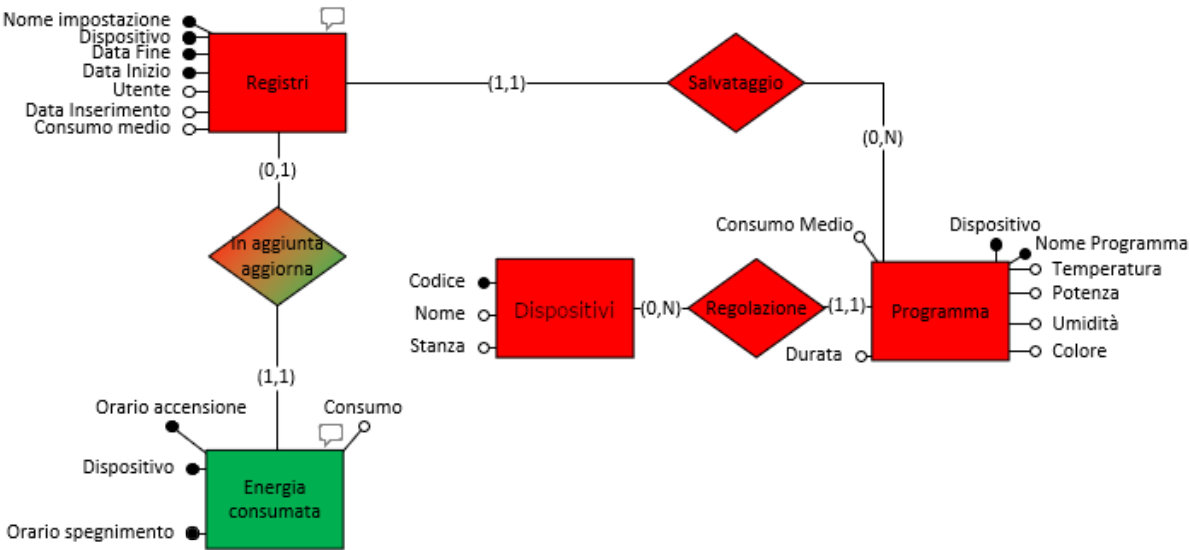


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Registri	Entità	25550
In aggiunta aggiorna	Relazione	50
Energia consumata	Entità	50
Programma	Entità	300
Regolazione	Relazione	300
Dispositivi	Entità	100

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Salvataggio	Relazione	1	L	Andare verso programma
Programma	Entità	1	L	Si legge consumo medio
Regolazione	Relazione	1	L	Andare in Dispositivi

Dispositivi	Entità	1	L	Leggere il nome del dispositivo
In aggiunta Aggiorna	Relazione	1	S	Andare in energia consumata
Energia Consumata	Entità	1	S	Aggiornamento della tabella

Costo giornaliero: $(1 + 1 + 1 + 1 + 2 \cdot (1 + 1)) \cdot 40 = 320$

4.3.(4) Flushing Energia consumata e di Energia prodotta ogni giorno + salvataggio nell'Archivio energia giornaliero

Descrizione:

Ogni giorno nella tabella di Energia consumata vengono eliminati record la cui OrarioSpegnimento è minore della fine del giorno stesso, per impedire volumi eccessivi con il passare del tempo, mentre per quanto riguarda quella prodotta si fa il flush a fine giornata dopo il salvataggio in archivio. Per ogni fascia oraria viene fatto il conteggio dell'energia consumata, il quale viene salvato nell'attributo inerente dell'archivio; sempre per ogni fascia oraria viene fatto il conteggio dell'energia prodotta che verrà salvato nei due attributi *Energia eolica* ed *Energia solare*, permettendo così di avere valori distinti in base alla fonte di produzione. Il risultato produrrà un record nella tabella Archivio Energia per ogni fascia oraria, in cui vengono salvati i dati di produzione e consumo di energia, giorno per giorno.

Input: -

Output: -

Frequenza :

1/giorno

Porzione del diagramma interessato:

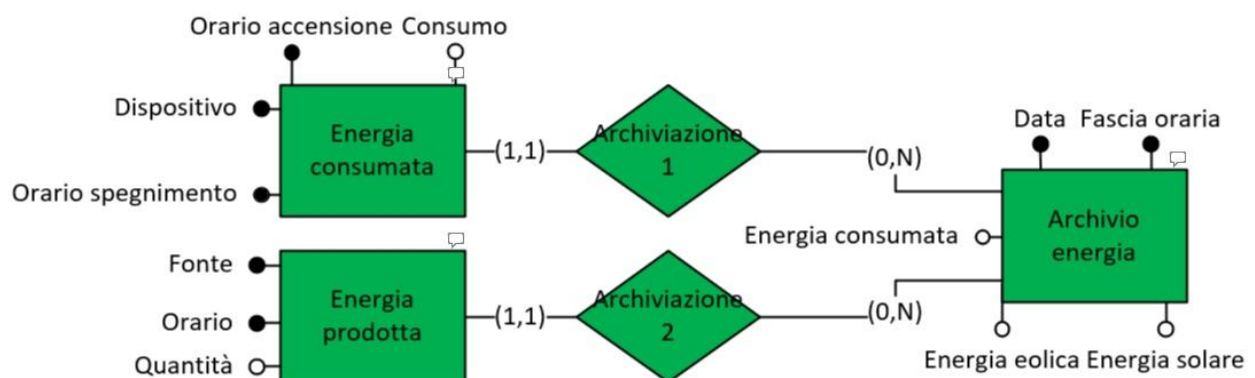


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Energia consumata	Entità	50
Energia prodotta	Entità	192
Archivio energia	Entità	1460
Archiviazione 1	Relazione	50
Archiviazione 2	Relazione	50

Tavola degli accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Energia Consumata	Entità	50	L	Frequenza iterazioni di dispositivo al giorno
Energia Prodotta	Entità	192	L	Leggo i dati giornalieri di produzione
Archiviazione 1	Relazione	50	S	Deriva da Energia Consumata
Archiviazione 2	Relazione	192	S	Deriva da Energia Prodotta
Archivio Energia	Entità	4	S	Scrivo Dati produzione e consumo del giorno stesso

Costo giornaliero : $(50 + 192 + 2 \cdot (50 + 192 + 4)) \cdot 1 = 734$

4.3.(5) Analisi produzione energetica per generare suggerimenti(ridondanza consumo attuale)

Descrizione:

In questa funzionalità si analizzano i livelli di produzione energetica attraverso la rispettiva tabella per generare eventuali suggerimenti di accensione di dispositivi. Si può introdurre una ridondanza che specifica il consumo attuale: questo valore permette di effettuare il calcolo dell'energia disponibile tramite la formula

$$\text{Energia prodotta} - \text{Consumo attuale} = \text{Energia disponibile}$$

L'energia disponibile se sufficiente porterà alla creazione di suggerimenti.

Input: -

Output: -

Frequenza:

10/giorno

Porzione del diagramma interessato:

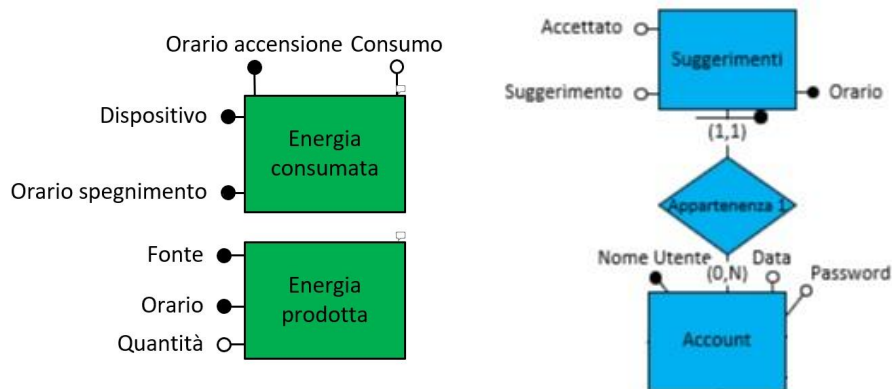


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Energia consumata	Entità	50
Energia prodotta	Entità	192
Suggerimenti	Entità	15
Appartenenza 1	Relazione	5

Tavola degli accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Energia Consumata	Entità	5	L	50 record di cui si prendono i primi 5 poiché si fa una volta al giorno
Energia Prodotta	Entità	19	L	19 record di cui si prendono i primi 5 poiché si fa una volta al giorno
Account	Entità	1	L	Ricavare nome dell'utente
Appartenenza	Relazione	1	S	Andare verso suggerimenti

Suggerimenti	Entità	1	S	Salvataggio suggerimento
--------------	--------	---	---	--------------------------

Costo giornaliero : $(5 + 19 + 1 + 2 \cdot (1 + 1)) \cdot 10 = 290$

Se invece si introducesse la ridondanza del Consumo Attuale si avrebbe:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Energia Prodotta	Entità	19	L	19 record di cui si prendono i primi 5 poiché si fa una volta al giorno
Energia Consumata	Entità	1	L	Leggo consumo attuale
Energia Consumata	Entità	1	S	Aggiorno consumo attuale
Account	Entità	1	L	Ricavare nome dell'utente
Appartenenza	Relazione	1	S	Andare verso suggerimenti
Suggerimenti	Entità	1	S	Salvataggio suggerimento

Costo giornaliero : $(19 + (1 + 2 \cdot 1) \cdot 50 + 1 + 2 \cdot (1 + 1)) \cdot 10 = 1740$

In effetti non si risparmia, avendo un aumento degli accessi, per cui conviene non introdurla.

4.3.(6) Procedura per l'attivazione dell'allarme che attiva tutti i serramenti e controlla gli accessi

Descrizione:

Procedura che crea o distrugge un event, corrispondente all'attivazione dell'allarme, che ogni 5 minuti controlla che i serramenti siano chiusi. Prima di attivare l'event i serramenti sono automaticamente chiusi dalla procedura andando a settare il loro stato a chiuso. In caso in cui un serramento sia aperto mentre l'allarme è attivo viene inviato un messaggio e scattata una foto dell'intruso e salvata all'interno di accessi, insieme all'orario di accesso e valore di *Persona* = 'AMOGUS'.

Input:

on/off

Output:

allarme

Frequenza : 3/giorno

Porzione del diagramma interessato:

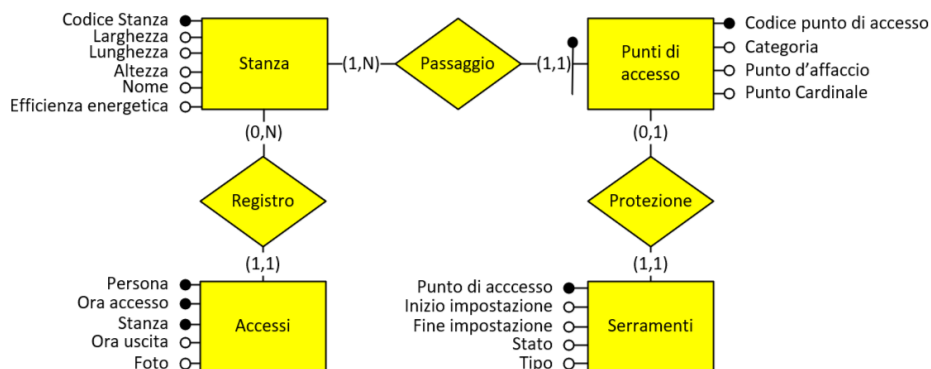


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Accessi	Entità	1000
Serramenti	Entità	20
Stanza	Entità	20
Punti di accesso	Entità	40
Passaggio	Relazione	40
Registro	Relazione	1000
Protezione	Relazione	20

Tavola degli accessi :

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Serramenti	Entità	20	S	Cambio stato serramenti a chiuso
Serramenti	Entità	20	L	Controllo stato serramenti
Protezione	Relazione	1	L	Controllo stato serramenti
Punti di accesso	Entità	1	L	Ricerca della stanza

Passaggio	Relazione	1	L	Andare verso stanza
Stanza	Entità	1	L	Lettura codice stanza
Registro	Relazione	1	L	Andare verso accessi della stanza
Accessi	Entità	1	S	Aggiungo record intrusione caso peggiore

Costo giornaliero : $(20 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 \cdot (1 + 20)) \cdot 3 = 201$

4.3.(7) Calcolo del consumo medio tramite ridondanza di ogni programma

Descrizione:

Trigger che per ogni nuovo programma inserito calcola l'attributo *consumo medio* nella tabella Programma usando le formule presentate precedentemente nel glossario.

Input: -

Output: -

Frequenza :

2/giorno

Porzione del diagramma interessato:

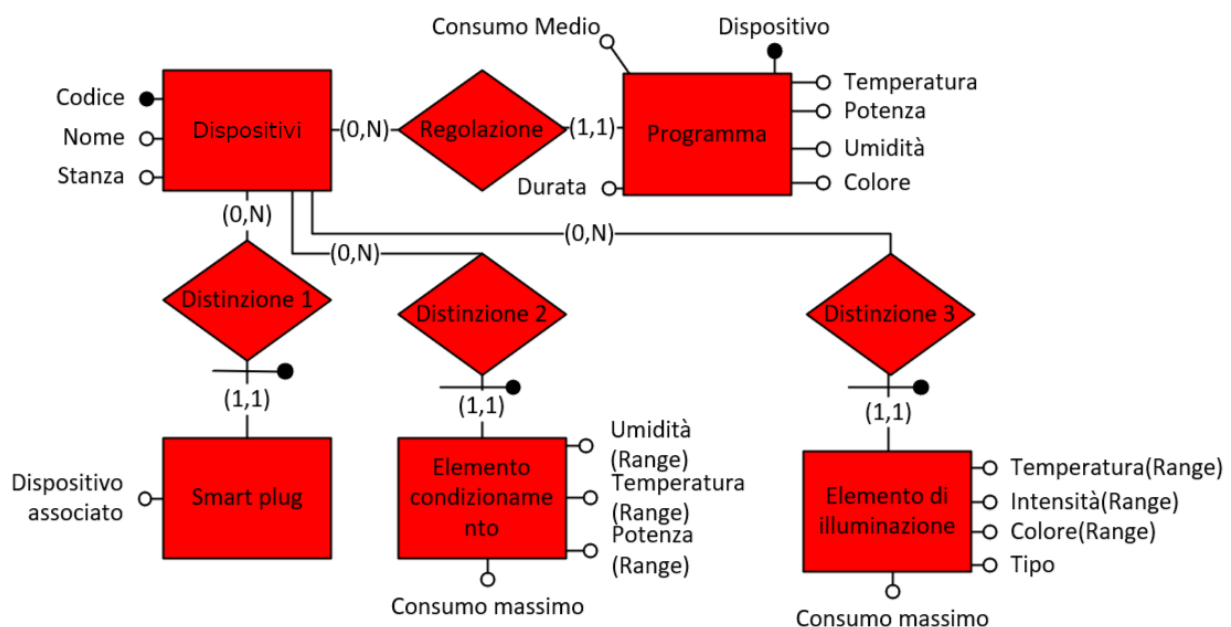


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Programma	Entità	300
Dispositivi	Entità	100
Distinzione1	Relazione	60
Distinzione2	Relazione	10
Distinzione3	Relazione	30
Smart plug	Entità	60
Elemento Condizionamento	Entità	10
Elemento illuminazione	Entità	30

Tavolo degli accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Regolazione	Relazione	1	L	Andare verso Dispositivi
Dispositivi	Entità	1	L	Andare verso Elementi Condizionamento/Illuminazione
Distinzione 2	Relazione	1	L	Andare verso elemento condizionamento
Distinzione 3	Relazione	1	L	Andare verso elemento illuminazione
Elemento Condizionamento	Entità	1	L	Leggo umidità
Elemento Condizionamento	Entità	1	L	Leggo Temperatura
Elemento Condizionamento	Entità	1	L	Leggo range

Elemento illuminazione	Entità	1	L	Leggo temperatura
Elemento illuminazione	Entità	1	L	Leggo intensità
Elemento illuminazione	Entità	1	L	Leggo range
Programma	Entità	1	S	Aggiorno consumo medio

Costo giornaliero: $(1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 * 1) * 2 = 24$

Si aggiunge Consumo Massimo come ridondanza:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Regolazione	Relazione	1	L	Andare verso Dispositivi
Dispositivi	Entità	1	L	Andare verso Elementi Condizionamento/Illuminazione
Distinzione 2	Relazione	1	L	Andare verso elemento condizionamento
Distinzione 3	Relazione	1	L	Andare verso elemento illuminazione
Elemento Condizionamento	Entità	1	L	leggo consumo massimo
Elemento illuminazione	Entità	1	L	Leggo consumo massimo
Programma	Entità	1	S	Aggiorno consumo medio

Costo giornaliero: $(1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 * 1) * 2 = 16$

In effetti si risparmiano accessi, dunque conviene introdurre la ridondanza.

4.3.(8) Analisi netto energia nell'ultimo mese

Descrizione:

Viene calcolato il netto dell'energia per ogni record dell'ultimo mese così da poter valutare progressivamente durante l'anno quanto questo sia aumentato o diminuito. In modo tale l'utente può verificare se il bilancio è in positivo o negativo e di quanto, al fine di controllare i consumi.

Input: -

Output: -

Frequenza : 1/mese

Porzione del diagramma interessato:

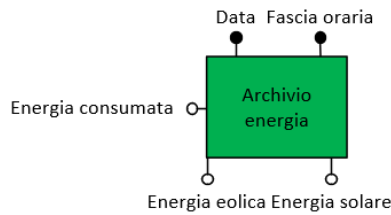


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Archivio Energia	Entità	1460

Tavola degli accessi:

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Archivio Energia	Entità	120	L	Somma energia Eolica una volta al mese (4 * 30)
Archivio Energia	Entità	120	L	Somma energia Solare una volta al mese (4 * 30)

Costo giornaliero: $2 \cdot 120 \cdot 1/30 = 8$

Se si aggiungesse la ridondanza si avrebbe :

Nome costruito	Tipo costruito	Accessi	Tipo	Motivazione
Archivio Energia	Entità	120	L	Lettura energia Eolica
Archivio Energia	Entità	120	L	Lettura energia Solare
Archivio Energia	Entità	30	S	Aggiorno netto energia
Archivio Energia	Entità	1	L	Leggo Netto Energia

Costo giornaliero: $(120 \cdot 2 + 30 \cdot 2) \cdot 1/30 = 10$

In questo caso non conviene introdurre la ridondanza.

5. PROGETTAZIONE LOGICA

5.1 SCHEMA LOGICO

Elenco tabelle tradotte nello schema logico:

1. Documento(CodiceFiscale, Tipo, DataScadenza, Numero, Ente)
2. Utente(CodiceFiscale, DataNascita, Nome, Cognome, Telefono, NomeUtente)
3. Account(NomeUtente, Data, Password, CodiceFiscale)
4. InfoRecupero(NomeUtente, Domanda, Risposta)
5. Suggestimenti(NomeUtente, Orario, Accettato, Suggestimento)
6. Registri(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, Utente, DataInserimento, ConsumoMedio)
7. Luci(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, Temperatura, Intensità, Colore)
8. DispositivoGenerico(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, Status)
9. Condizionamento(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, TemperaturaIniziale, TemperaturaFinale, Umidità, Potenza)
10. EnergiaConsumata(Dispositivo, OrarioAccensione, OrarioSpegnimento, NomeImpostazione, Consumo, FasciaOraria, Utente)
11. Archivio Energia(Data, FasciaOraria, EnergiaEolica, EnergiaSolare, EnergiaConsumata)
12. Energia Prodotta(Fonte, Orario, Quantità, Data, FasciaOraria)
13. Modalità(Nome, Stanze)
14. Associazione(NomeProgramma, Dispositivo)
15. Dispositivi(Codice, Nome, Stanza)
16. Programma(NomeProgramma, Dispositivo, Temperatura, Potenza, Umidità, Colore, ConsumoMedio, Durata)
17. Smart Plug (Codice, Dispositivo Associato)
18. ElementoCondizionamento (Codice, Umidità(Range), Temperatura(Range), Potenza(Range), ConsumoMassimo)
19. ElementoIlluminazione (Codice, ConsumoMassimo, Temperatura(Range), Colore(Range), Intensità(Range), Tipo)
20. Stanza(CodiceStanza, Larghezza, Altezza, Lunghezza, Nome, EfficienzaEnergetica)
21. Accessi(Persona, OraAccesso, Stanza, OraUscita, Foto)
22. Serramenti (PuntoDiAccesso, InizioImpostazione, FineImpostazione, Stato, Tipo)
23. Punti di accesso(CodiceStanza, CodicePuntoDiAccesso, Categoria, PuntoDiAffaccio, PuntoCardinale)

5.2 VINCOLI DI INTEGRITÀ REFERENZIALE

Formato: Relazione.Attributo

5.1.1. AREA GENERALE

ATTRIBUTO	RIFERIMENTO
Utente.CodiceFiscale	Documento.CodiceFiscale
Account.NomeUtente	InfoRecupero.NomeUtente
Account.NomeUtente	Suggerimenti.NomeUtente
Utente.NomeUtente	Account.NomeUtente

5.1.2 AREA DISPOSITIVI

ATTRIBUTO	RIFERIMENTO
Registri.NomImpostazione	Luci.NomImpostazione
Registri.Dispositivo	Luci.Dispositivo
Registri.DataFine	Luci.DataFine
Registri.DataInizio	Luci.DataInizio
Registri.NomImpostazione	Condizionamento.NomImpostazione
Registri.Dispositivo	Condizionamento.Dispositivo
Registri.DataInizio	Condizionamento.DataInizio
Registri.DataFine	Condizionamento.DataFine
Registri.NomImpostazione	DispositivoGenerico.NomImpostazione
Registri.Dispositivo	DispositivoGenerico.Dispositivo

Registri.DataInizio	DispositivoGenerico.DataInizio
Registri.DataFine	DispositivoGenerico.DataFine
Registri.Utente	Account.NomeUtente
Registri.Dispositivo	Programma.Dispositivo
Registri.NomeImpostazione	Programma.NomeProgramma
Dispositivi.Codice	SmartPlug.Codice
Dispositivi.Codice	ElementoCondizionamento.Codice
Dispositivi.Codice	ElementoIlluminazione.Codice
Dispositivi.Codice	Programma.Dispositivo
Programma.NomeProgramma	Associazione.NomeProgramma
Programma.Dispositivo	Associazione.Dispositivo
Modalità.NomeModalità	Associazione.NomeProgramma
Dispositivi.Stanza	Stanza.CodiceStanza

5.1.3 AREA ENERGIA

ATTRIBUTO	RIFERIMENTO
EnergiaConsumata.OraAccensione	ArchivioEnergia.Data
EnergiaConsumata.FasciaOraria	ArchivioEnergia.FasciaOraria
EnergiaProdotta.Orario	ArchivioEnergia.Data
EnergiaProdotta.FasciaOraria	ArchivioEnergia.FasciaOraria
Registri.Dispositivo	EnergiaConsumata.Dispositivo
Registri.NomeImpostazione	EnergiaConsumata.NomeImpostazione
Registri.DataInizio	EnergiaConsumata.OrarioAccensione
Registri.DataFine	EnergiaConsumata.OrarioSpegnimento
EnergiaConsumata.OrarioAccensione	Registri.DataInizio

5.1.4. AREA SICUREZZA

ATTRIBUTO	RIFERIMENTO
Stanza.CodiceStanza	PuntoDiAccesso.CodiceStanza
Stanza.CodiceStanza	Accessi.Stanza
PuntoDiAccesso.CodicePuntoDiAccesso	Serramenti.PuntoDiAccesso

5.2 VINCOLI DI INTEGRITÀ GENERICI

Inseriamo qui l'elenco di tutte le *business rule* (vincoli di integrità generici) che è necessario rispettare per il mantenimento della consistenza della base di dati:

1. Ad ogni utente corrisponde un account, un documento e viceversa
2. Ogni account possiede una domanda per recuperare la password relativa
3. Stessi suggerimenti possono essere inviati dal gestore ad account diversi ma non nello stesso orario
4. Non deve essere possibile utilizzare un programma su un dispositivo che non lo riconosce
5. I record di Luci, Condizionamento, DipositivoGenerico fanno riferimento a quelli dei Registri, non possono differire in nessun modo
6. L'attributo *Nome* nella tabella Modalità deve essere corrispondente ad almeno un *NomeProgramma* della tabella Programmi
7. L'attributo *Codice* delle tabelle SmartPlug, ElementiIlluminazione e ElementiCondizionamento deve essere presente nella tabella Dispositivi
8. A più record di EnergiaConsumata ed EnergiaProdotta ne corrisponde uno solo in ArchivioEnergia per fascia oraria
9. Ad un PuntoDiAccesso corrisponde al più uno ed un solo Serramento
10. L'attributo *Foto* nella tabella Accessi deve essere NULL a meno che *Persona* non sia una registrata
11. L'attributo *Stanza* di Modalità deve far riferimento a stanze esistenti
12. L'attributo *NomeImpostazione* in Registri può assumere unicamente due valori: Interazione singola e il nome di un programma esistente

5.3 DIPENDENZE FUNZIONALI & NORMALIZZAZIONE

5.3.1 AREA GENERALE

- *Documento*(CodiceFiscale, *Tipo*, *DataScadenza*, *Numero*, *Ente*)
Dipendenze funzionali:
 - CodiceFiscale -> *Tipo*, *DataScadenza*, *Numero*, *Ente*Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.
- *Utente*(CodiceFiscale, *DataNascita*, *Nome*, *Cognome*, *Telefono*, *NomeUtente*)
Dipendenze funzionali:
 - CodiceFiscale -> *DataNascita*, *Nome*, *Cognome*, *Telefono*, *NomeUtente*Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.
- *Account*(NomeUtente, *Data*, *Password*, *CodiceFiscale*)
Dipendenze funzionali:
 - NomeUtente -> *Data*, *Password*, *CodiceFiscale*Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.
- *InfoRecupero*(NomeUtente, *Domanda*, *Risposta*)
Dipendenze funzionali:
 - NomeUtente -> *Domanda*, *Risposta*Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.
- *Suggerimenti*(NomeUtente, Orario, *Accettato*, *Suggerimento*)
Dipendenze funzionali:
 - NomeUtente, Orario -> *Accettato*, *Suggerimento*Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

5.3.2 AREA DISPOSITIVI

- *Registri*(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, *DataInserimento*, *Utente*, *ConsumoMedio*)
Dipendenze funzionali:
 - NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine -> *DataInserimento*, *Utente*
 - Dispositivo, NomeImpostazione -> *ConsumoMedio*Questa tabella non è in forma normale Boyce-Codd.

Per farla diventare in forma normale di Boyce-Codd si divide in:

1. Registri(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, Utente, DataInserimento)
2. ConsumoProgramma(Dispositivo, NomeImpostazione, ConsumoMedio)

- *Luci*(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, Temperatura, Intensità, Colore)

Dipendenze funzionali:

- NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine -> Temperatura, Intensità, Colore

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *DispositivoGenerico*(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, Status)

Dipendenze funzionali:

- NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine -> Status

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Condizionamento*(NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine, TemperaturaIniziale, TemperaturaFinale, Umidità, Potenza)

Dipendenze funzionali:

- NomeImpostazione, Dispositivo, DataInizio, DataFine -> TemperaturaIniziale, TemperaturaFinale, Umidità, Potenza

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Modalità*(Nome, Stanze)

Dipendenze funzionali:

- Nome -> Stanza

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Associazione*(NomeProgramma, Dispositivo)

Non ci sono dipendenze funzionali

- *Dispositivi*(Codice, Nome, Stanza)

Dipendenze funzionali:

- Codice -> Nome, Stanza

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Programma*(NomeProgramma, Dispositivo, Temperatura, Potenza, Umidità, Colore, ConsumoMedio, Durata)

Dipendenze funzionali:

- NomeProgramma, Dispositivo -> Temperatura, Potenza, Umidità, Colore, ConsumoMedio, Durata

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Smart Plug* (Codice, Dispositivo Associato)

Dipendenze funzionali:

- Codice -> Dispositivo Associato

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *ElementoCondizionamento* (Codice, *Umidità*, *Temperatura*, *Potenza*, *ConsumoMassimo*)

Dipendenze funzionali:

- Codice -> Umidità, Temperatura, Potenza, ConsumoMassimo

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *ElementoIlluminazione* (Codice, *ConsumoMassimo*, *Temperatura*, *Colore*, *Intensità*, *Tipo*)

Dipendenze funzionali:

- Codice -> ConsumoMassimo, Temperatura, Colore, Intensità, Tipo

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

5.3.3 AREA ENERGIA

- *EnergiaConsumata*(Dispositivo, OrarioAccensione, NomeImpostazione, OrarioSpegnimento, *Consumo*, *FasciaOraria*, *Utente*)

Dipendenze funzionali:

- Dispositivo, OrarioAccensione, OrarioSpegnimento -> Consumo, Data, FasciaOraria, NomeImpostazione, Utente

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *ArchivioEnergia*(Data, FasciaOraria, *EnergiaEolica*, *EnergiaSolare*, *EnergiaConsumata*)

Dipendenze funzionali:

- Data, FasciaOraria -> EnergiaEolica, EnergiaSolare, EnergiaConsumata

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Energia Prodotta*(Fonte, Orario, *Quantità*, *Data*, *FasciaOraria*)

Dipendenze funzionali:

- Fonte, Orario -> Quantità, Data, FasciaOraria

Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

5.3.4 AREA SICUREZZA

- *Stanza*(CodiceStanza, *Larghezza*, *Altezza*, *Lunghezza*, *Nome*, *EfficienzaEnergetica*)
Dipendenze funzionali:
 - CodiceStanza -> *Larghezza*, *Altezza*, *Lunghezza*, *Nome*, *EfficienzaEnergetica*
Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Accessi*(*Persona*, *OraAccesso*, *Stanza*, *OraUscita*, *Foto*)
Dipendenze funzionali:
 - *Persona*, *OraAccesso*, *Stanza* -> *OraUscita*, *Foto*
Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *Serramenti* (*PuntoDiAccesso*, *InizioImpostazione*, *FineImpostazione*, *Stato*, *Tipo*)
Dipendenze Funzionali:
 - *PuntoDiAccesso* -> *InizioImpostazione*, *FineImpostazione*, *Stato*, *Tipo*
Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

- *PuntiDiAccesso*(*CodiceStanza*, *CodicePuntoDiAccesso*, *Categoria*, *PuntoDiAffaccio*, *PuntoCardinale*)
Dipendenze Funzionali:
 - *CodiceStanza*, *CodicePuntoDiAccesso* -> *Categoria*, *PuntoDiAffaccio*, *PuntoCardinale*
Questa tabella è in forma normale di Boyce-Codd.

6. DATA ANALYTICS

6.1 Abitudini degli utenti tramite association rule learning

In questa prima analytic abbiamo implementato l'*algoritmo Apriori* richiesto dalla documentazione, tramite uno script MySQL.

L'analytic verrà utilizzata per studiare le abitudini di accesso alle stanze da parte dei singoli utenti. Per esempio un utente quando va in bagno e poi in salotto poi va anche in cucina: questo può essere utilizzato nel controllo del condizionamento nelle stanze, al fine di automatizzare la smart home. Se l'utente, nonostante sia usuale che rispetti la regola di entrata nella stanza, non ci entra, il sistema riconoscerà che non è stato registrato nessun accesso alla rispettiva stanza e imposterà il condizionamento di conseguenza (ad esempio: spegnere i termosifoni).

Partendo dalla tabella Transazioni, nella quale sono presenti le stanze interessate come attributi (nel nostro caso prendiamo in considerazione 5 stanze del primo piano) per ogni record che identifica una transazione, si calcola il numero di accessi per ogni singola stanza, ricavata da StanzeInteressate, salvando le stanze e i conteggi in un'altra tabella, Elementi.

Successivamente si effettua il primo passo di *Pruning*, eliminando le stanze che non raggiungono il supporto minimo.

Si fa un ciclo fino a N-1 Stanze (N numero di stanze interessate) nel quale:

- si crea la nuova tabella Aux con una stanza in più rispetto a quella di inizio ciclo (Elementi), aggiornando l'attributo Lista tramite la funzione *JoinStringhe*,
- si eliminano i doppioni nella tabella Aux tramite la funzione *SplitSort* e il salvataggio nella nuova tabella Aux2
- si fa il conteggio degli elementi presenti nell'attributo Lista per ogni singolo record, utilizzando la tabella Transazioni
- si effettua il passo di *Pruning* sulla tabella Aux2
- se Aux2 risulta vuota il ciclo termina e si restituisce la tabella risultato del passo precedente
- si aggiorna elementi ricopiando i record in Aux2

Per generare le possibili regole di associazione per ogni record si utilizza uno shifting circolare: si divide progressivamente la lista, partendo da 1 fino a N-1 elementi a sinistra, lasciando gli altri a destra.

Infine si passa alla fase di calcolo delle regole di associazione, controllando se ogni record rispetta la soglia di confidenza tramite la formula:

$$conf(X \Rightarrow Y) = \frac{supp(X \cup Y)}{supp(X)}$$

Se la regola di associazione supera la soglia di confidenza minima viene detta regola forte, risultando di interesse e utilità per l'analisi delle abitudini degli utenti; altrimenti la regola viene scartata.

Gli elementi a sinistra e a destra verranno salvati una tabella, la quale rappresenterà tutte le regole forti generate dall'algoritmo.

Per implementare il precedente algoritmo si è ricorsi all'uso di due funzioni ausiliarie: la *JoinStringhe* e la *SplitSort*.

La prima funzione prende in ingresso due stringhe, che vengono considerate come vettori tramite la divisione con virgola, sulle quali viene fatto un natural join per ottenere un vettore di dimensione uguale al vettore iniziale(N) +1; le stringhe in ingresso devono avere uno stesso numero di elementi. In uscita verrà restituito un vettore solo se avente N-1 elementi in comune, il quale sarà il risultato della fusione tra i due entranti; se il numero di elementi in comune non è quello desiderato, la funzione restituirà una stringa vuota.

La seconda funzione utilizzata serve per ordinare alfabeticamente le sottostringhe all'interno della stringa '*inString*', ovvero la stringa in ingresso; per fare ciò la funzione richiede di specificare tramite un'altra variabile in ingresso il separatore, che permetterà di individuare le sottostringhe.

Esempio di funzionamento:

Di seguito viene mostrato un esempio dell'algoritmo in azione, presente anche nello script sql.

La tabella Transazioni è la seguente:

	id	_1001	_1002	_1003	_1004	_1005	_1006
►	0	0	1	1	0	1	0
	1	0	1	1	1	1	1
	2	0	0	1	0	0	0
	3	0	1	0	1	1	1
	4	1	1	0	1	0	1
	5	0	0	1	1	1	1
	6	1	0	0	0	1	0
	7	1	0	1	0	1	1
	8	1	0	0	0	1	1
	9	0	0	1	0	0	1
	10	0	0	0	1	1	1
	11	1	0	0	1	0	1
	12	1	0	1	0	0	1
	13	1	0	1	0	1	1
	14	0	0	1	0	0	0
	15	1	0	0	1	0	0
	16	0	1	0	1	1	1
	17	1	0	1	0	1	0
	18	1	1	0	0	1	0
	19	0	0	1	1	1	1
	20	1	0	1	0	1	1
	21	0	1	0	0	1	0
	22	0	0	0	0	0	0
	23	1	1	1	1	0	0
	24	0	0	0	0	0	0
	25	0	1	1	1	1	1
	26	0	0	0	1	0	0
	27	1	0	1	1	0	1
	28	0	0	0	1	0	0
	29	1	1	0	1	1	0
	30	1	1	0	0	0	1
	31	0	0	1	1	1	1

Si sceglie in passaggio all'algoritmo i seguenti valori:

- Confidenza = 50 %
- Supporto minimo = 20 %

Dopo il primo passo di Pruning, si otterrà la seguente tabella StanzeInteressate scremata, nella quale si hanno tutte le singole stanze che hanno un numero minimo di accessi:

	lista	conteggio
►	_1001	45
	_1002	44
	_1003	58
	_1004	53
	_1005	51
	_1006	50

Si può notare come in questo caso nessuna stanza viene tolta.

Infine, dopo tot cicli si otterrà la tabella Risultato, la quale conterrà la lista delle stanze che hanno superato tutti i passi di *Pruning*. Qui viene mostrata questa fase:

	lista	conteggio
►	_1003,_1004,_1006	20

Per ognuno dei record verranno generate le regole di associazione, delle quali verranno mantenute unicamente quelle forti.

Come risultato, l'algoritmo restituirà la seguente tabella con tutte le regole di associazione individuate:

	Elementi_Sinistra	->	Elementi_Destra
►	_1003,_1004	->	_1006
	_1004,_1006	->	_1003
	_1006,_1003	->	_1004

Queste regole permetteranno all'utente di impostare l'accensione di elementi di condizionamento nelle stanze a destra della regola, conseguendo la finalità descritta in precedenza. Come già spiegato, se la regola non verrà effettivamente rispettata, il database non registrerà accessi e spegnerà gli elementi accesi.

6.2 Ottimizzazione dei consumi energetici

Questa analytic ha lo scopo di rendere più efficiente la casa dal punto di vista energetico, analizzando i dati passati di produzione e consumo al fine di predire gli stessi nei giorni seguenti. Per eseguire l'analisi rispetto ai dati del passato si utilizza una funzione di calcolo dell'andamento denominata *Linear Regression*.

Questa funzione calcola la M, ovvero il coefficiente angolare, e la Q, termine noto, per ottenere un'equazione lineare della forma:

$$Y(x) = M * x + Q$$

dove x rappresenta la differenza in giorni dalla data nel passato presa in considerazione come riferimento e la Y rappresenta la predizione o della prodotta o della consumata.

L'equazione dal punto di vista grafico rappresenta l'andamento lineare del consumo/produzione della smart home. La predizione permetterà al gestore della smart home di posticipare/anticipare dispositivi dando la precedenza a quelli che risultano in comune tra domani e dopodomani, ordinati in ordine decrescente sul consumo, per poi a non comuni, ordinati nello stesso modo. Nel caso in cui si debba rimandare si rimandano tanti dispositivi finché non si raggiunge la differenza tra consumo e produzione, per andare in positivo tra produzione e consumo; altrimenti si anticipano tanti dispositivi per utilizzare completamente l'energia prodotta.

Dopo la suddetta analisi verrà inviato all'utente uno o più suggerimenti che riguarderanno l'anticipo o il posticipo di dispositivi che di solito vengono utilizzati 2 giorni dopo, nel primo caso, 1 giorno dopo, secondo caso.

Esempio di funzionamento:

Riportiamo un esempio dello script sull'ottimizzazione dei consumi.

La scelta di 1 mese per l'energia prodotta deriva dal fatto che si scelgono tutti i giorni dell'ultimo mese per predire la produzione mentre per quanto riguarda l'energia consumata si analizzano i dati di un particolare giorno della settimana degli ultimi 5 mesi (1 giorno/settimana).

In ingresso si inseriscono i dati meteo e della rispettiva affidabilità di domani:

- Meteo: Pioggia
- Affidabilità: 90%

Si riporta la tabella DataSet, nella quale sono presenti i dati di produzione che verranno analizzati dalla Linear Regression:

	X	Y
►	1	48006
	2	56232
	3	50255
	4	39600
	5	49837
	6	33499
	7	47802
	8	52950
	9	54681
	10	52312
	11	52256
	12	52129
	13	39593
	14	46370
	15	46453
	16	39110
	17	47800
	18	40143
	19	51132
	20	50431
	21	49107
	22	39934
	23	45865
	24	46325
	25	52659
	26	54565
	27	51505
	28	48617
	29	49240
	30	57757

La *Linear Regression* dà la seguente previsione di produzione per domani:

	pred
►	46682.5

Successivamente il dato predetto viene decrementato (in questo caso) in base al meteo e all'affidabilità. Si può notare dal seguente frammento di codice:

```
#influenza del tempo
case meteo
when 'sole' then
    set pred = pred + (pred / 2) * affidabilita / 100;
when 'variabile' then set pred = pred;
when 'pioggia' then
    set pred = pred - (pred / 2) * affidabilita / 100;
end case;
```

La predizione di produzione risulterà minore alla precedente, essendoci pioggia prevista:

	pred
►	25675.4

Viene effettuata lo stesso procedimento per quanto riguarda il consumo:

DataSet

	X	Y
►	7	48255
	14	31966
	21	43487
	28	46294
	35	39571
	42	42527
	49	39938
	56	22053
	63	43161
	70	35865
	77	37510
	84	54612
	91	40223
	98	28352
	105	56738
	112	41233
	119	35633
	126	25833
	133	42194
	140	38128
	147	35743
	154	47436
	161	46881
	168	32697

Predizione

	EnergiaConsumata
►	38993.6

Viene effettuato un calcolo del *Delta Energia*, il quale rappresenta il modulo della differenza tra i precedenti valori predetti di produzione e consumo. Questo dato risulterà utile per rimandare un certo numero di dispositivi finché non si andrà in positivo di produzione per domani, oppure si userà per anticipare tot dispositivi da dopodomani a domani fintantoché non si utilizza tutta l'energia prodotta in eccesso.

Di seguito si riporta il calcolo del delta e un costrutto *if* che determina se si tratta di anticipare o posticipare i dispositivi in base ai valori di consumo e produzione:

```

set DeltaEnergia = abs(EnergiaConsumata - energiaprodotta);
if EnergiaConsumata > energiaprodotta then #giorno 1 vuol dire che si deve posticipare qualche dispositivo altrimenti anticipo
    set giorno = 1;
else
    set giorno = 2;
end if;

```

Tramite il natural join si possono ottenere i dispositivi comuni tra domani e dopodomani, in modo tale da poter anticipare o posticipare solamente quelli usati solitamente in entrambi i giorni.

	disp
►	54
	67
	78
	52
	72
	21
	65
	45
	37
	17
	36
	55

Il risultato della Data Analytic è il seguente:

	Rimanda il	disp
►	Rimanda il	54
	Rimanda il	67
	Rimanda il	78
	Rimanda il	52
	Rimanda il	72
	Rimanda il	21
	Rimanda il	65
	Rimanda il	45
	Rimanda il	37
	Rimanda il	17
	Rimanda il	36
	Rimanda il	55

All'utente si consiglia di rimandare i dispositivi in figura da domani a dopodomani, relativamente alle abitudini di utilizzo degli stessi.